

浙江大学第十届 “中控杯”机器人竞赛 实物组

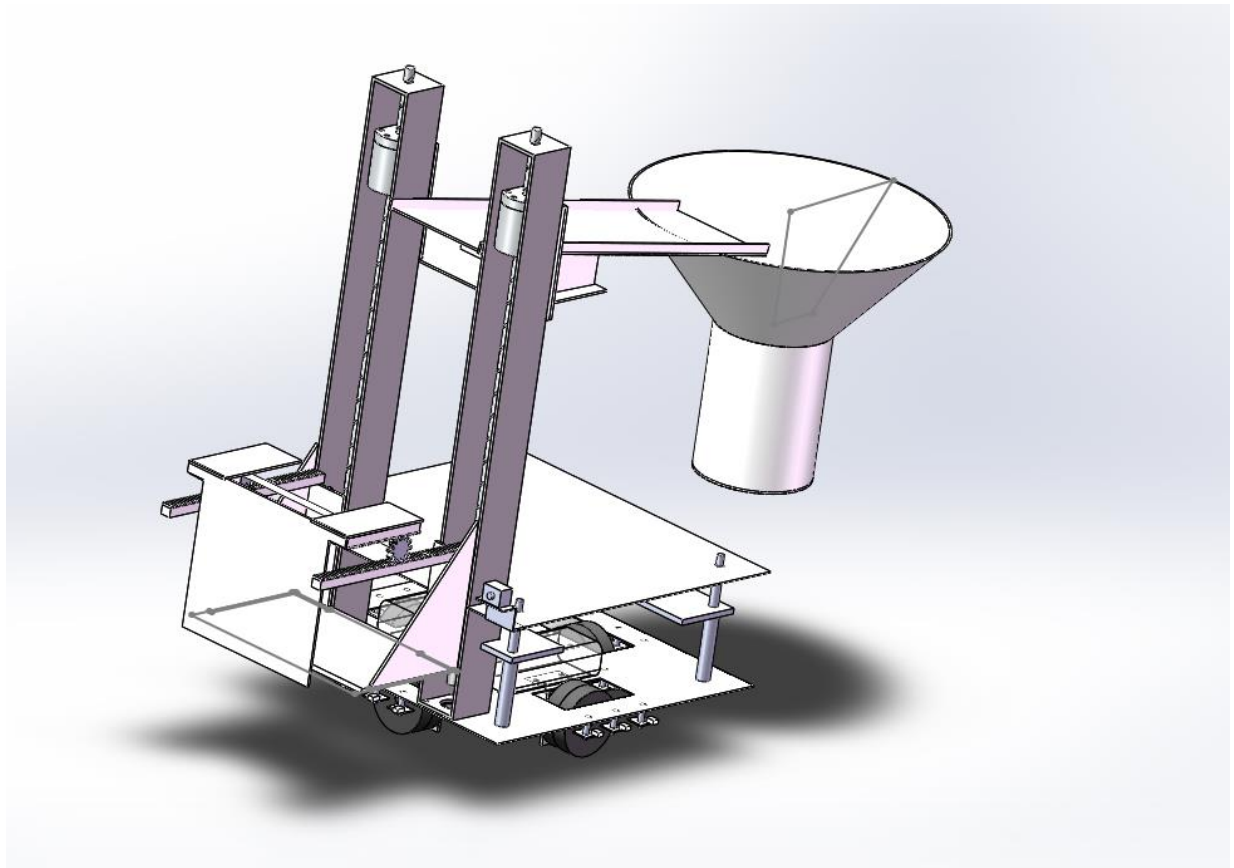
技术报告

周子孟 3130000564 18868107639

胡毓涵 3130104685 15700078636

郑博夫 3130103950 18868107165

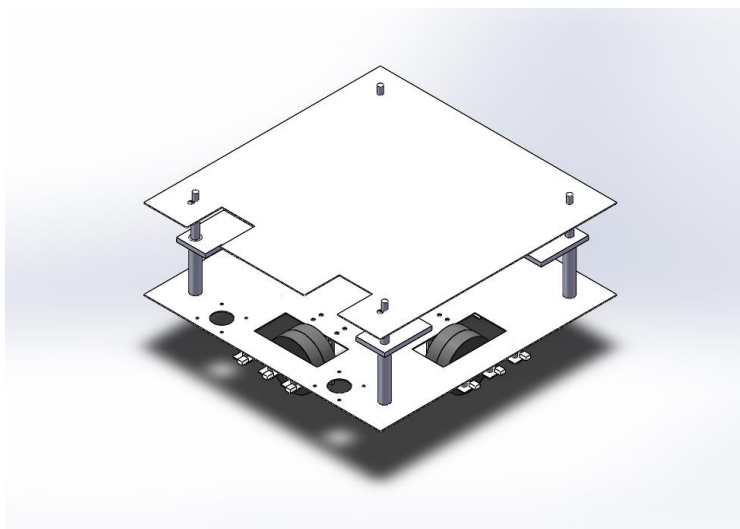
一、方案总述



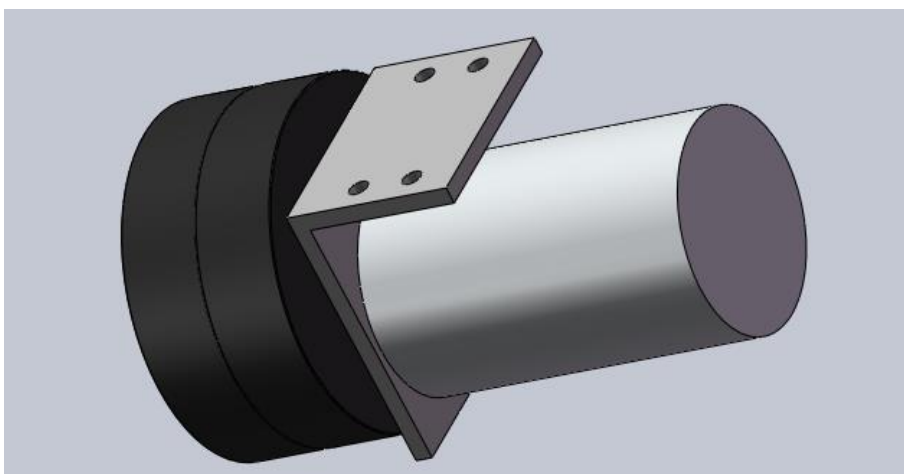
1、机器人功能设计

在机器人的行走和定位方面，我们采取四轮小车结构，用四个减速电机分别控制四个全向轮，使车身无需转向。车身下层铝板下面安装巡线传感器，实现定位。在物体的抓取和放置方面，我们采用了可旋转的拨板将物体拨入收集区的方式，并配合丝杆上下移动，改变拨板和收集区系统的高度。车的背面是一个滑道和“漏斗”装置，用于配合易拉罐物品的摆放。

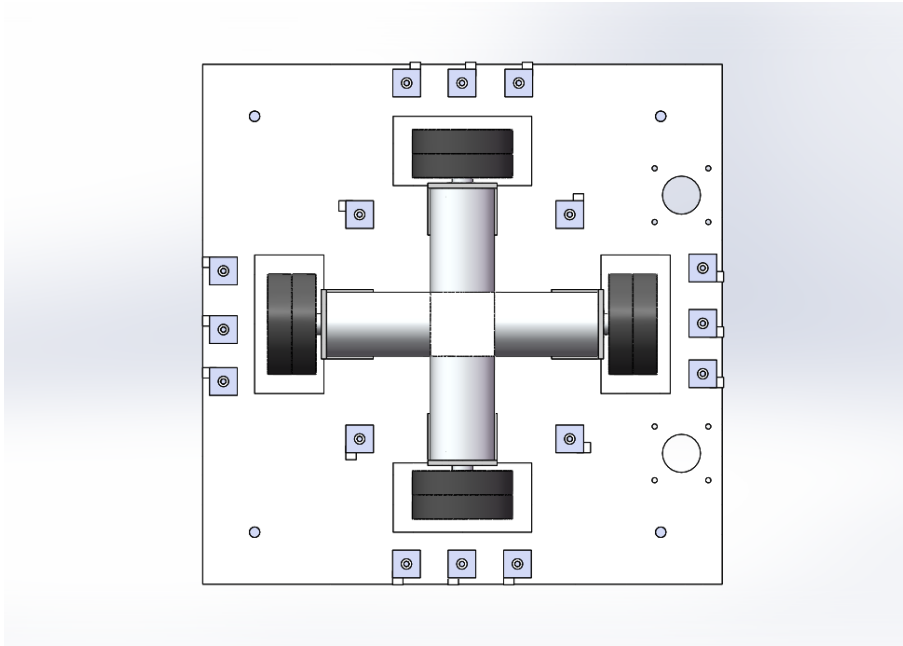
1.1 行走和巡线功能



我们用四个减速电机分别控制四个全向轮，需要向一个方向前进时，沿该方向轴线两侧的两个全向轮受电机驱动运动，另外两个全向轮处于自由运动的状态。向另一方向运动时，另外两个轮子开始工作。电机和全向轮的细节图如下。

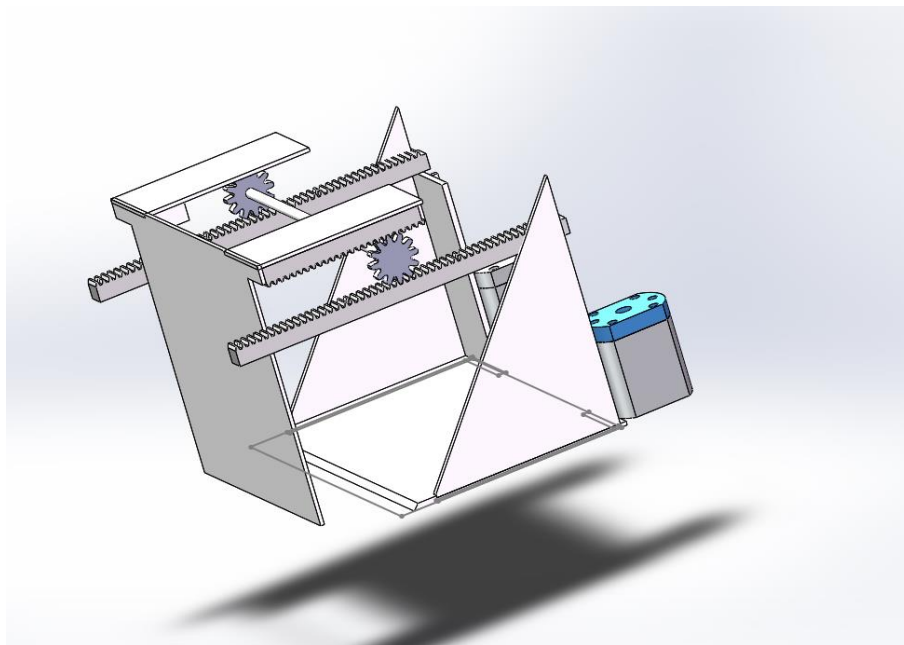


在巡线方面，我们在车身底板下安装了 16 个传感器，轮子前端的三个传感器用于寻线，确保机器人沿着白线直线行走，而轮子中间的传感器可以判断已经走过了几根白线，来保证行走距离，方便确定机器人在场地上的位置。



1. 2抓取和收集功能

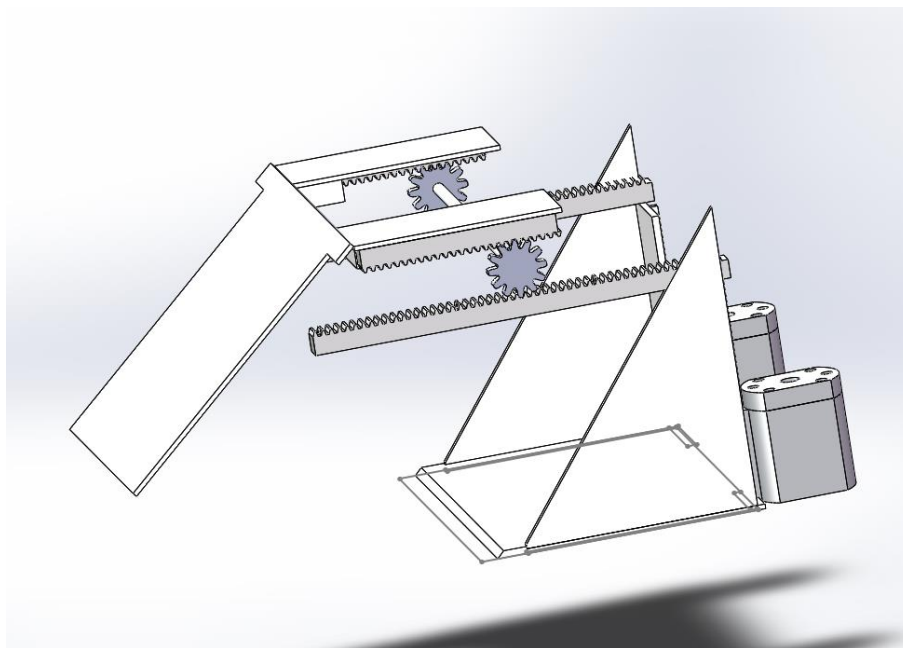
1. 2. 1抓取装置



我们采用拨取法。如图所示，由一个拨板、一个收集槽、齿轮和齿条及舵机组成，并通过和其相连的丝杆进行上下移动。当识别出需要收集的物体时，首先在丝杆的配合下将如图装置移动到适合的高度，即和物体的底面相平齐。然后将拨板转

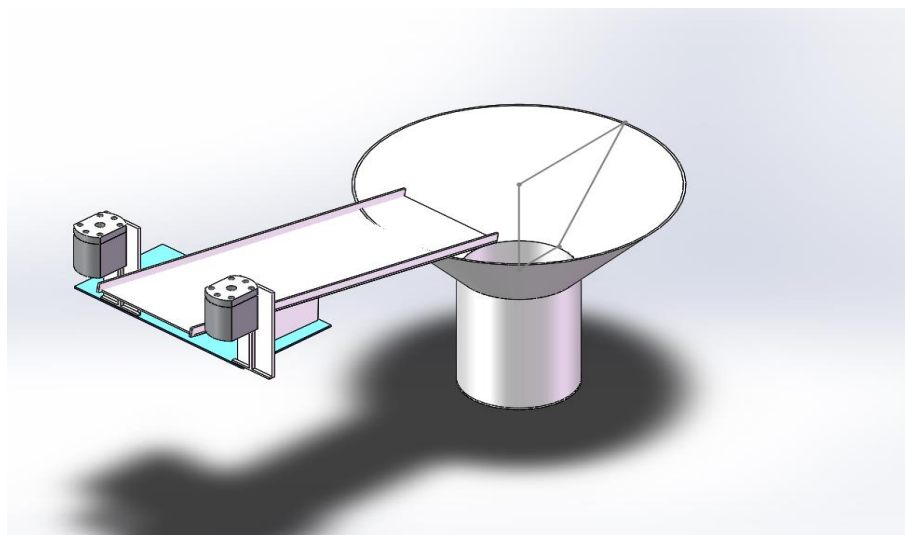
到水平位置，并通过齿轮在齿条上的滑动将其移动到所需收集的物体后上方。转动舵机，使拨板转过90度，接着让齿轮在齿条上反向滑动，将物体推入收集槽中，完成收集动作。

1.2.2 木块、书本的放置

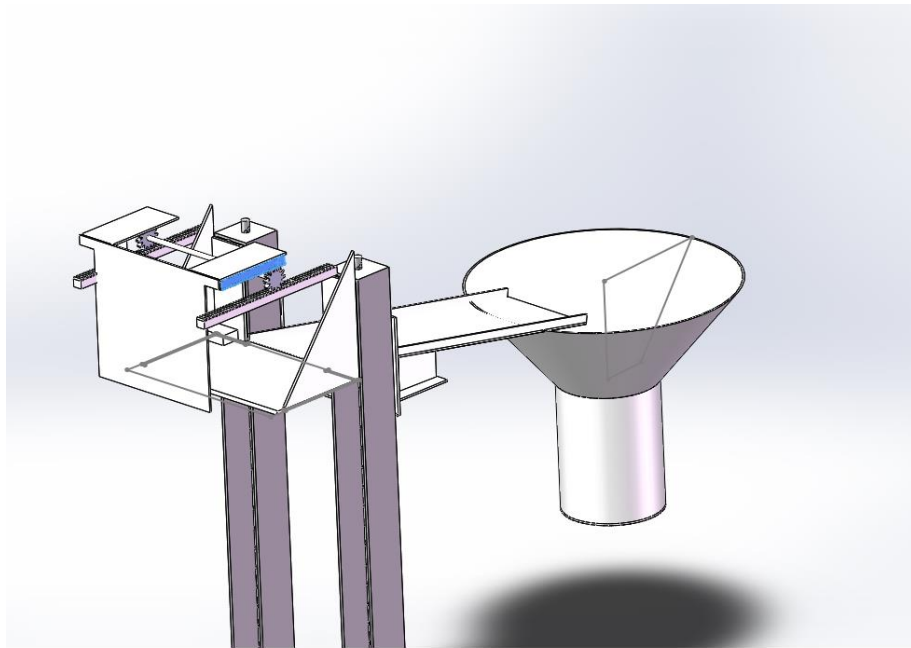


对于木块和书本的放置，我们采用抓取的实现，即在移动到合适的位置后，通过丝杆将收集槽移动到合适的高度，将拨板扬起，通过在收集槽根部的舵机将槽体底板转过一个小角度倾斜于水平面，书本和木块会顺着斜面缓缓滑下，进而完成放置过程

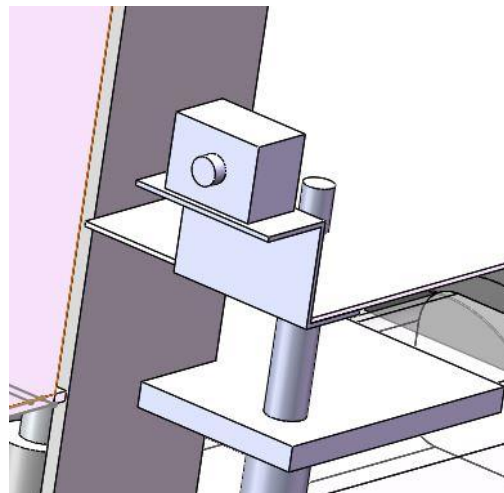
1.2.3 易拉罐的放置



由于易拉罐是圆柱体容易倾倒，且侧面为曲线不易稳定放置，因而不采用上述的放置方式。放置易拉罐时，我们将收集区整体顺着丝杆上移，移动到如图所示的滑道上方（收集槽下边缘和滑道上边缘相平），将拨板向内移动，拨动易拉罐滑向滑道内，并通过滑道和漏斗形的调整装置竖于圆柱形收集桶中。将机器人移动到合适的位置，即圆桌台的正上方一定距离处，然后收集装置往上移动，利用舵机打开圆柱形收集桶底的底盖，让易拉罐自然落下，完成易拉罐的放置。



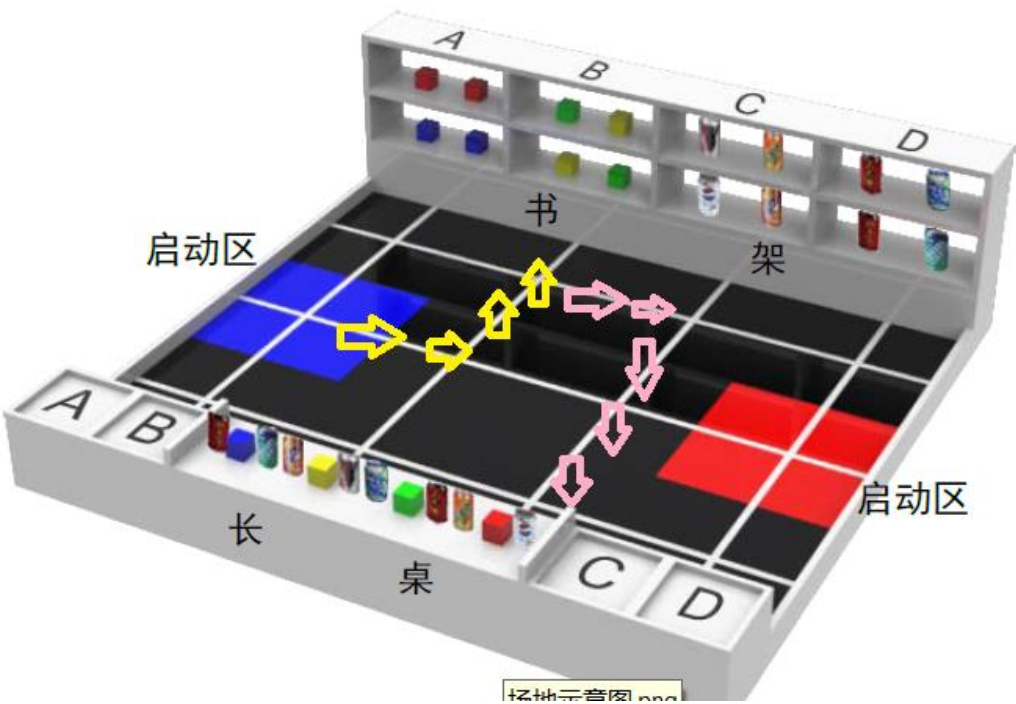
1. 3物体识别



我们将摄像头固定上底板上，将摄像头拍摄的信息传入固定在上下底板中间的电脑进行分析，以完成对物体图像的采集和识别。具体的分析过程在后文会有详细阐述。

2. 取胜思路和可行性分析

2.1取胜思路



从启动区出发后，（1）首先沿白线行走收集地面上的书籍，当识别到书本后，将收集槽降至地面完成收集，然后沿着黄线移动，将书本放置到书架上。直到在地面上无法再识别到书本后，（2）开始木块的收集，收集结束后沿粉线将木块置于长桌上，按照其颜色分别摆放于A、B、C、D区。然后，（3）收集长桌上的书本，并按照（1）将其放置。直到无法找到长桌上的书本时，（4）开始收集书架上的木块，并按照（2）进行放置。（5）最后，分别收集长桌、书架和地面上的易拉罐，采用定位的方式找到圆桌，并实现放置。

2.2机器人参数

质量：3.3kg（不加手提电脑）

尺寸：49mm*300mm*560mm

3. 涉及研制重点

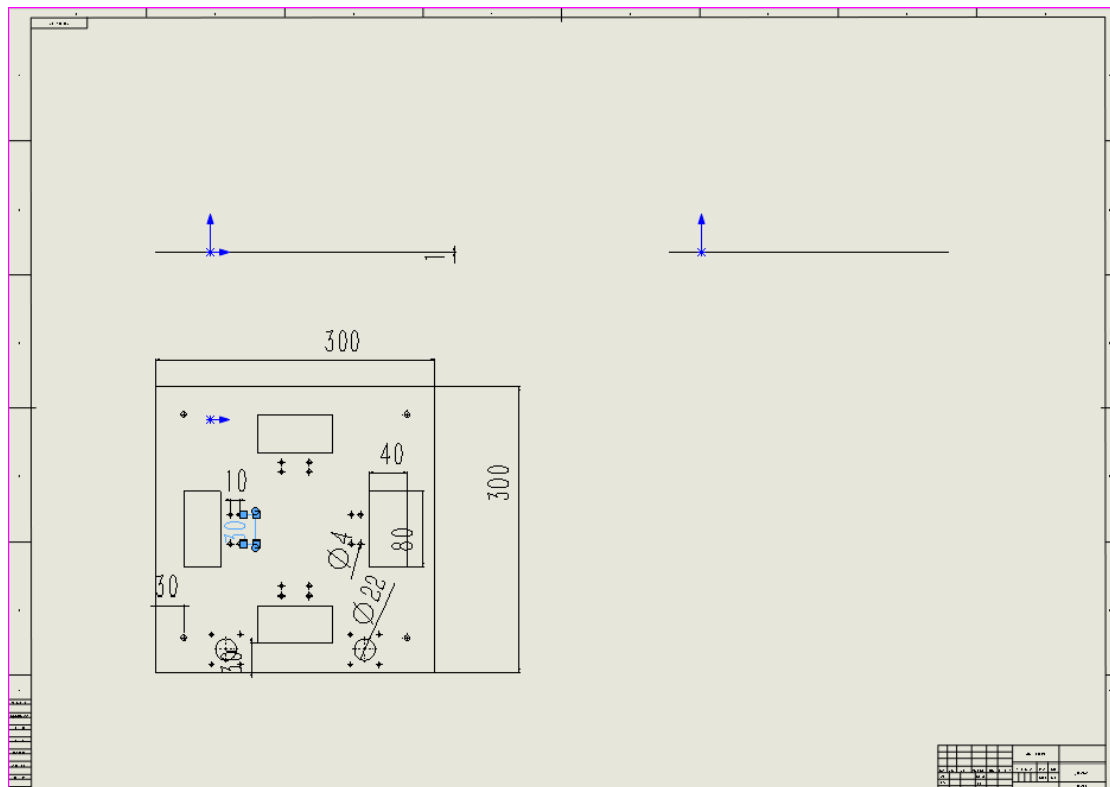
- 3.1 AVR单片机技术
- 3.2 电机舵机控制技术
- 3.3 巡线传感器技术
- 3.4 图像识别技术
- 3.5 机械设计技术

这些技术我们都会在初审过后集中学习，并且会询问老师和学长

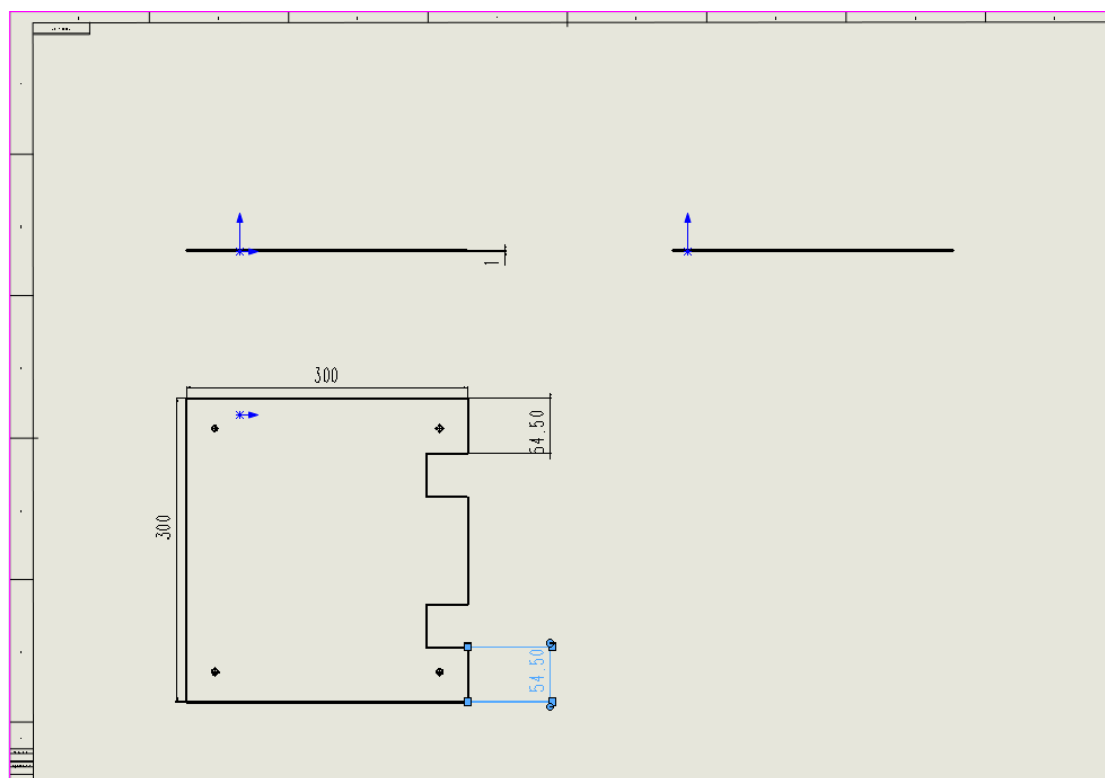
二、机械结构设计

1. 重要零件加工图

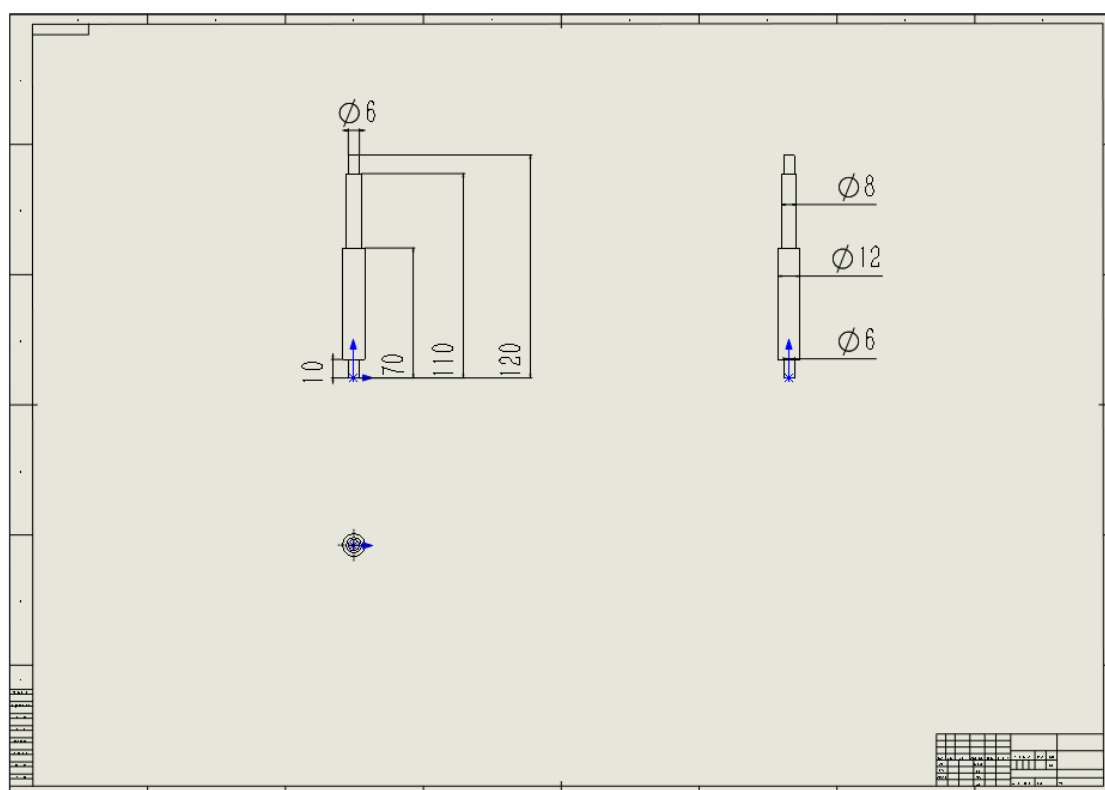
1.1 下底板：



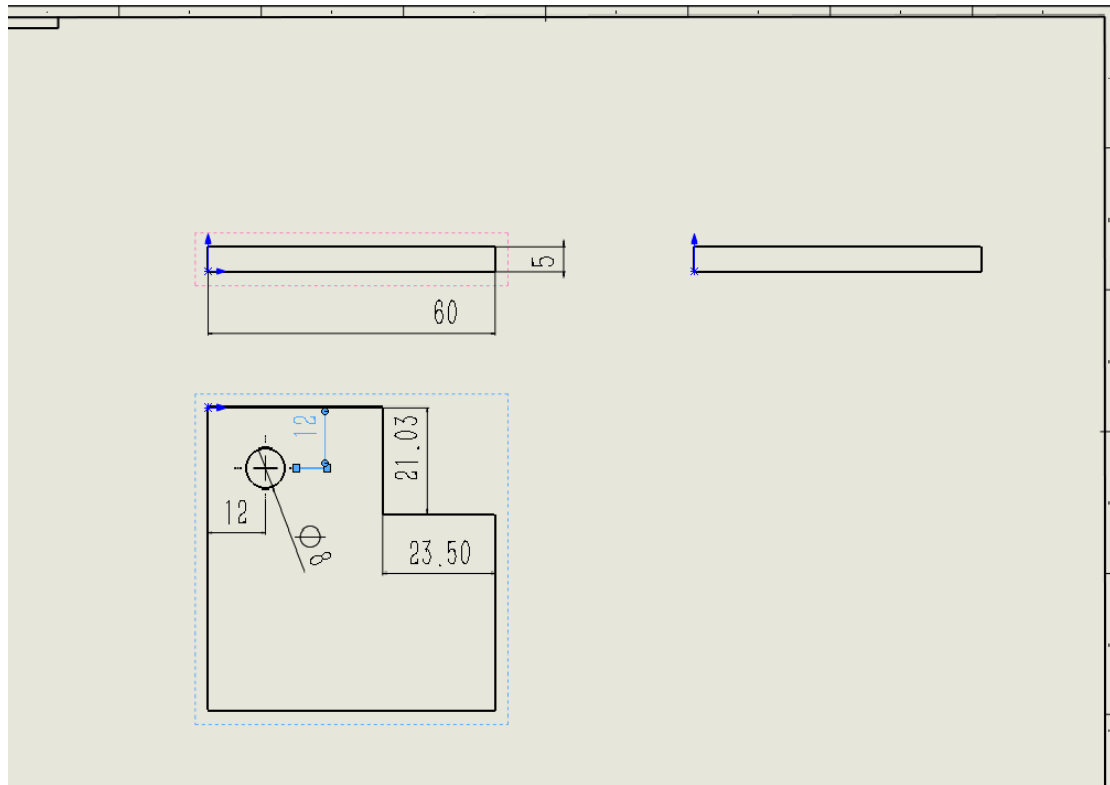
1.2 上底板：



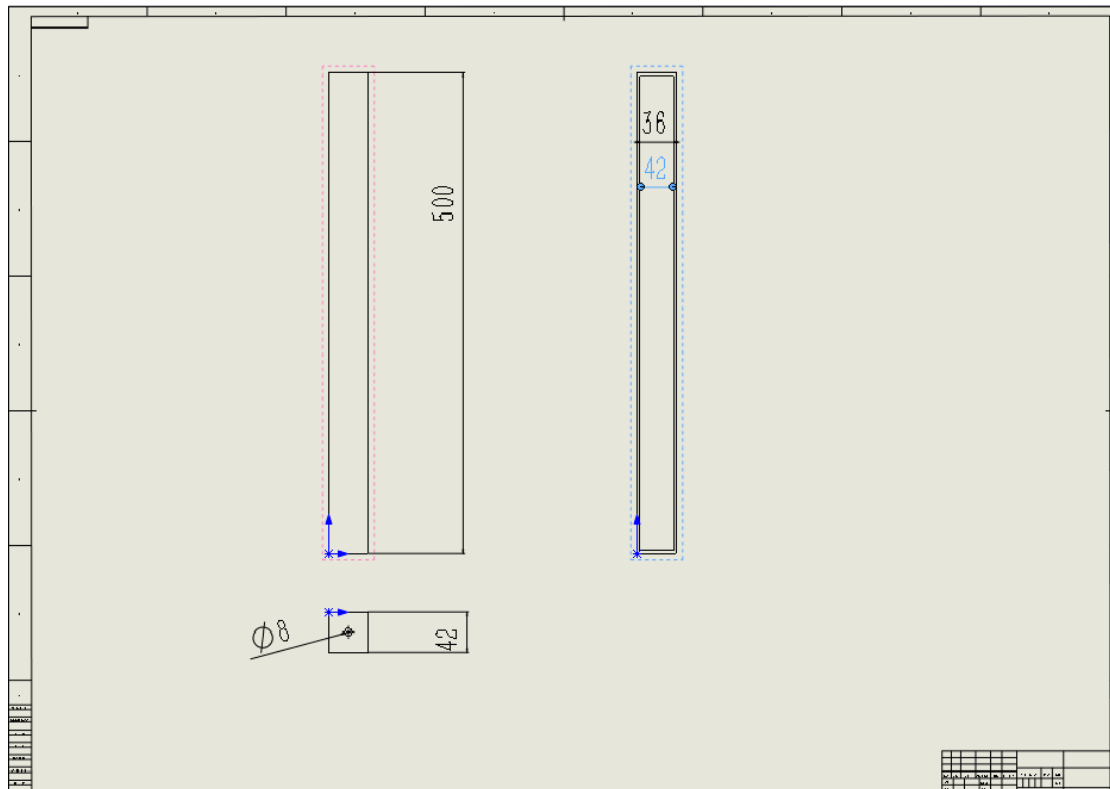
1.3 支撑杆:



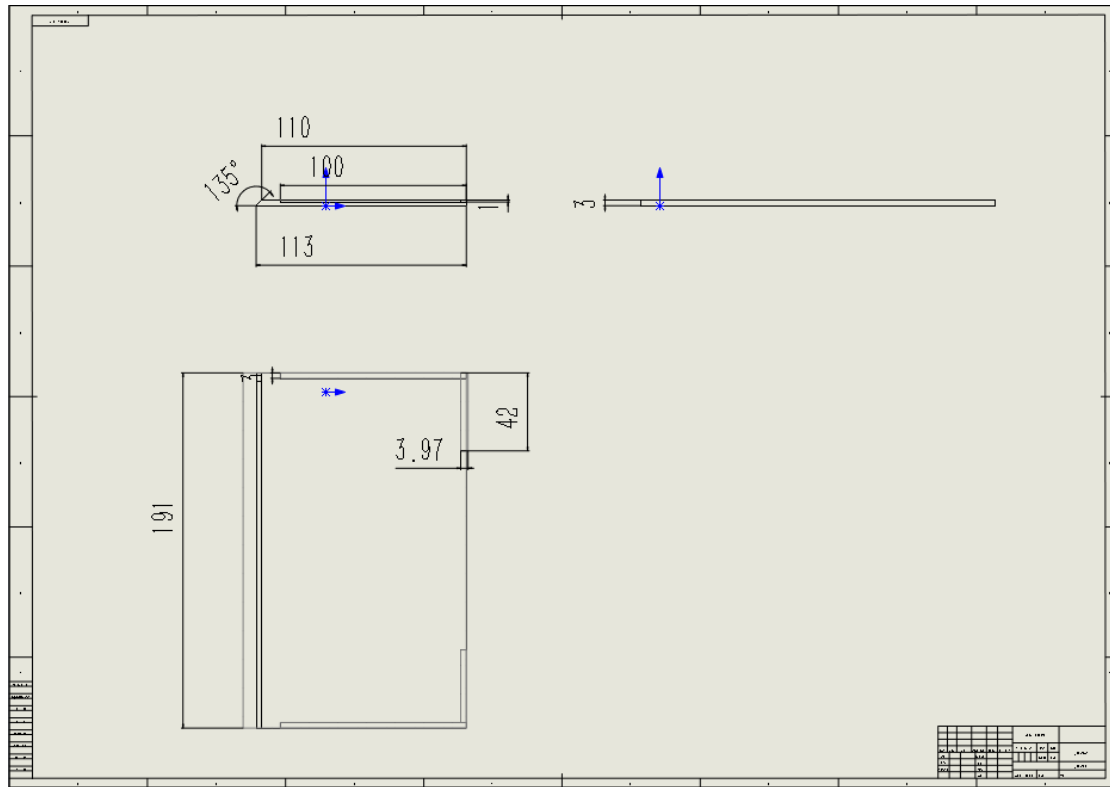
1.4 笔记本支撑板:



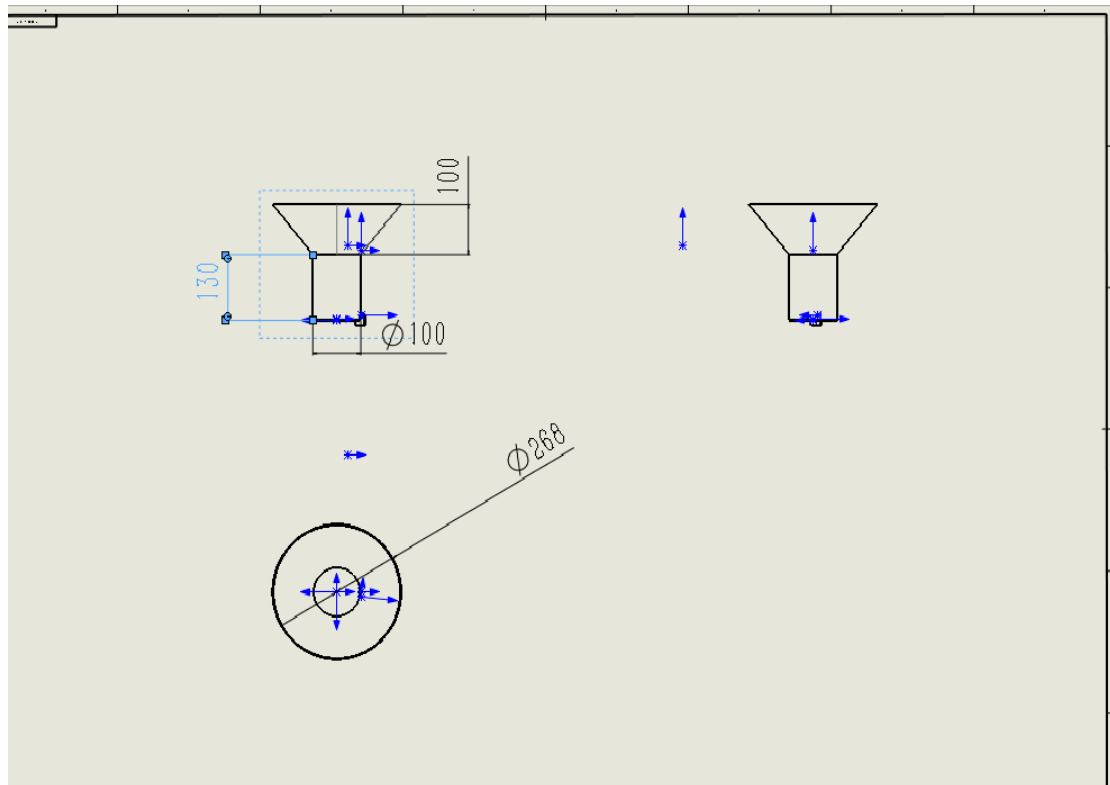
1.5 丝杆套:



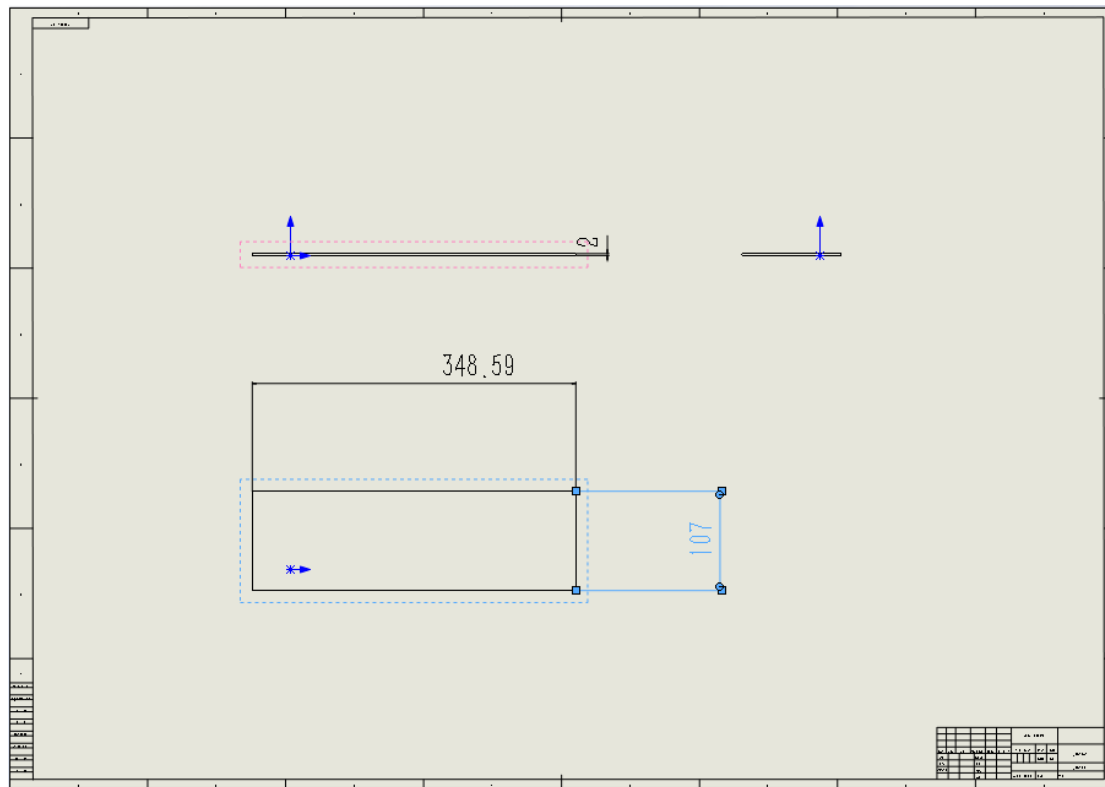
1.6 收集槽底板:



1.7 收集漏斗:



1.8滑道:



2. 主要机构装配图和功能简介

2.1 全向轮



全向轮参数:

- 1) 外径: 40mm

- 2) 内径：8mm
- 3) 宽度：30mm
- 4) 重量：32g

特点：采用全向轮不用转弯，节省时间

2.2 减速电机的安装片

这个可以直接从网站上购买，还算是比较方便

3. 传感器位置排布和电路板安装位置示意图

除了在下底板上的16个寻线传感器外，我们还打算在上底板处添加超声波传感器以便探知机器人与桌子等大型障碍物的距离。电路板的安装主要在上下底板之间，当然，某些控制线要在机器人表面进行布置，比如说丝杆套的内边界和滑道下端。

4. 电机选型和简要选型论证

4.1 电机选型

4.1.1 电机型号：22CL-3501PG



4.1.2 电机技术参数：

转速 (r/min)	50	100	120
速度 (m/s)	0.157	0.313	0.377

电压：12VDC 120转每分钟

直径：22mm

轴长：19mm

长度：65mm（编码器减速箱）

轴径：4mm

堵转电流：1A

转速比：80:1

输出转速：120转/分钟（输入电压直流12V）

额定力矩：7.8kg cm

重量：300g

轮子直径40mm 机器人运动速度0.3-0.6m/s

4.1.3 电机选型论证

假设机器人重6kg 滚动摩擦系数0.05

$M = 0.05 \times 6 \times 9.8 \times 0.04 \times 0.5 = 0.588 \text{kgcm}$

所以所选电机可以达到目的

4.2 舵机1选型

4.2.1 舵机型号：TOWERPRO SG90 9G



4.2.2 舵机技术参数：

重量：9g

尺寸：23X12.2X29mm

无负载操作速度：0.12s/60度（4.8V）：0.10s/60度（6V）

扭矩：1.8kg cm

使用温度：0℃-55℃

工作电压：4.2V-6V

四区时间：10us

4.2.3 舵机选型论证

对于我们要用舵机推动的装置，其质量不超过0.5kg，长30mm，重力矩最大时为 $M=0.5 \times 9.8 \times 0.015 = 0.735 \text{ kg cm}$ ，所以舵机可以保证正常推动工作。

4.3 舵机2选型

4.3.1 舵机2型号：金属齿云台舵机（JR接口360° 42.0X20.5X39.5mm）



4.3.2 舵机2技术参数：

重量：60g

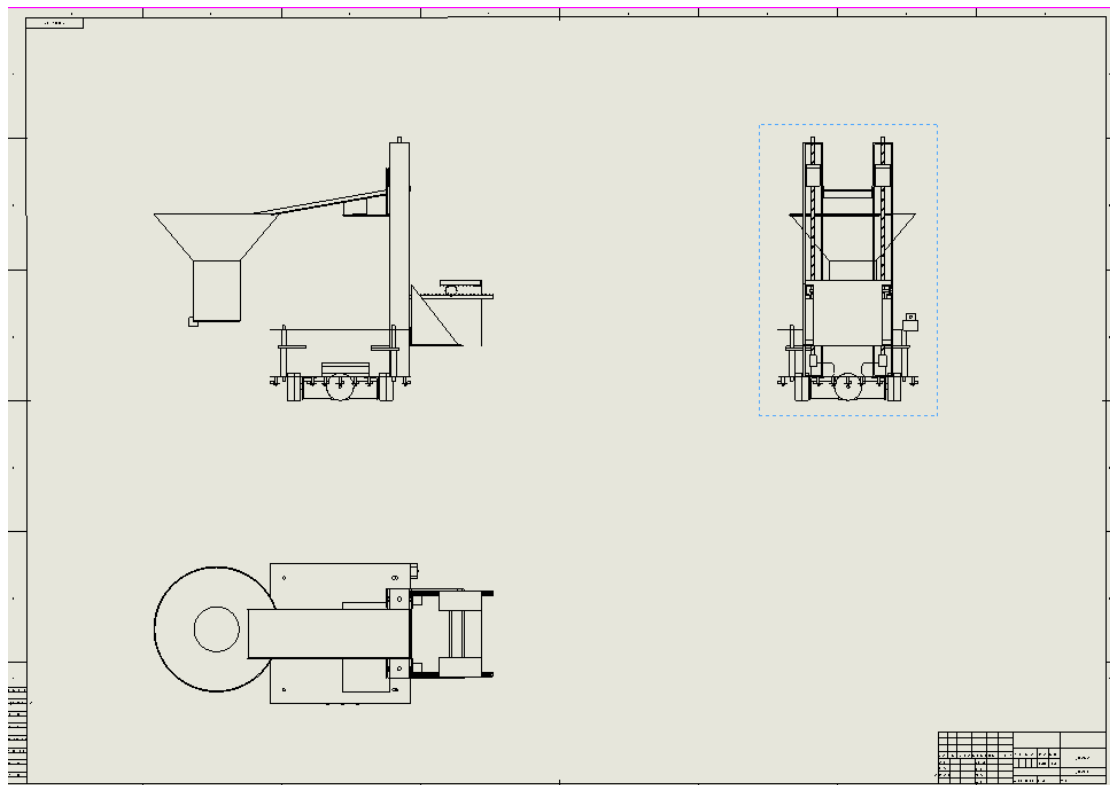
6V速度R/M：53

6V 扭力：14.5公斤

转动角度：360°

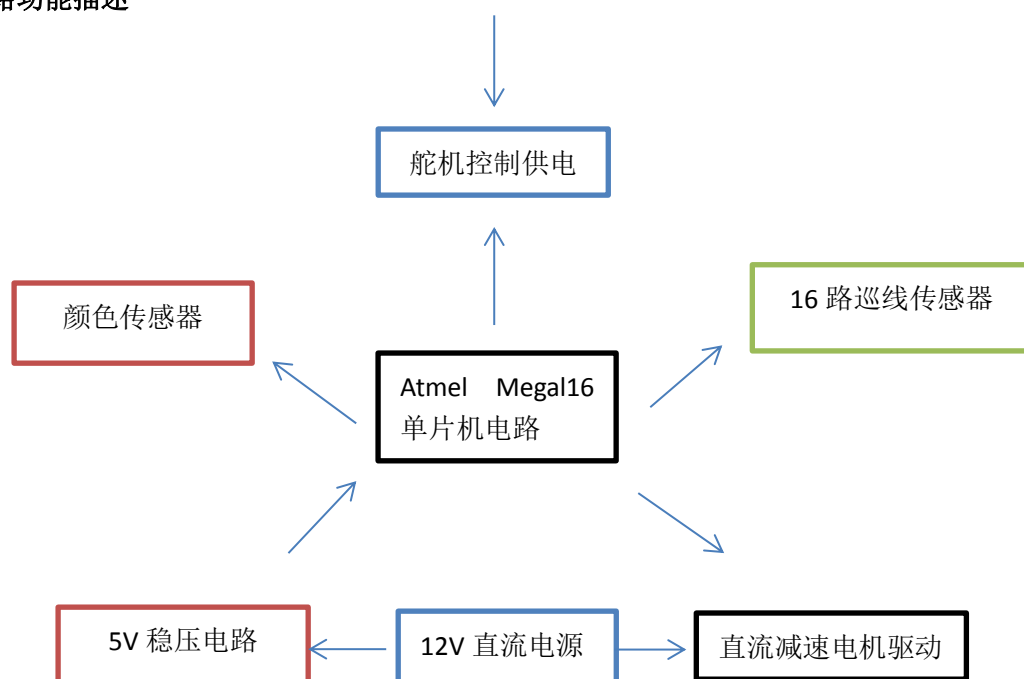
5. 机械加工图纸

大部分重要零件的机械加工图纸已经在前文给出，现给出整体的装配图



三、电路设计

1. 电路功能描述



Atmel Megal16单片机电路作为核心，控制舵机电路、减速电机驱动电路、巡线传感器电路等模块，并与手机进行通信实现图像识别。

LM7805 5V稳压电路给我们采用的舵机供电，同时可给单片机电路供电。

L298N减速电机驱动模块驱动电机运转，控制转速、方向。

舵机电路控制收集板的动作。

红外传感器巡线电路通过识别白线确定机器人位置，修正行进方向。

图像识别模块确定目标物品和抓取位置。

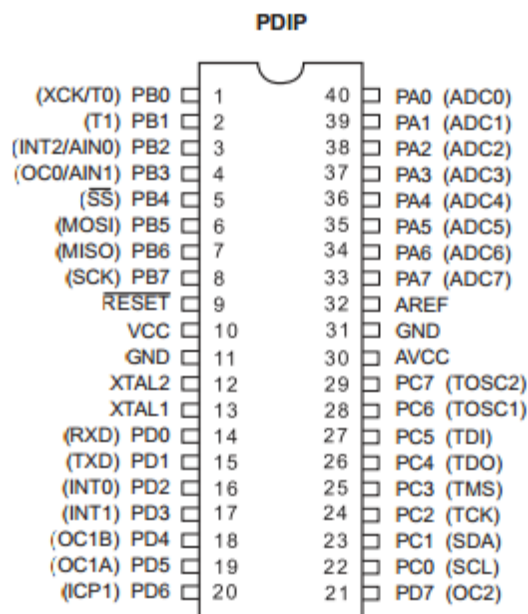
2. 主控芯片选型

Atmel MEGA16具有16K的可编程flash，且丰富的硬件资源能充分满足比赛需求，有16路可编程I/O口，硬件集成PWM发生器使无需采用I/O口模拟。

特点（性能）如下

- 高性能、低功耗的 8 位 AVR®微处理器
- 先进的RISC结构（简单指令结构）
- 131 条指令 - 大多数指令执行时间为单个时钟周期
- 32 个8 位通用工作寄存器
- 计数/定时器：2个8位，1个16位
- 全静态工作
- 工作于16 MHz 时性能（最大吞吐量）高达16 MIPS
- 只需两个时钟周期的硬件乘法器
- 非易失性程序和数据存储器
- 片内数据存储器： 16K 字节的系统内可编程 Flash + - 512 字节的EEPROM（电可擦除可编程ROM）
- 擦写寿命：10000 次
- 具有独立锁定位的可选Boot 代码区
- 通过片上Boot 程序实现系统内编程
- 真正的同时读写操作
- 擦写寿命：100.000 次
- 1K 字节的片内SRAM
- 可以对锁定位进行编程以实现用户程序的加密
- JTAG 接口（与IEEE 1149.1标准兼容）
- 符合JTAG标准的边界扫描功能
- 支持扩展的片内调试功能
- 通过JTAG接口实现对 Flash、EEPROM、熔丝位和锁定位的编程
- 外设特点
- 两个具有独立预分频器和比较器功能的8 位定时器/ 计数器
- 一个具有预分频器、比较功能和捕捉功能的16 位定时器 /计数器
- 具有独立振荡器的实时计数器RTC
- 四通道PWM
- 8 个单端通道
- TQFP 封装的7 个差分通道
- 2个具有可编程增益（1x, 10x, 或200x）的差分通道
- 面向字节的两线接口

- 两个可编程的串行USART
- 可工作于主机/从机模式的 SPI串行接口
- 具有独立片内振荡器的可编程看门狗定时器 (WatchDog)
- 片内模拟比较器
- 特殊的处理器特点
 - 上电复位以及可编程的掉电检测
 - 片内经过标定的RC 振荡器
 - 片内/片外中断源 (共有21个中断源)
- 6种睡眠模式：空闲模式、ADC噪声抑制模式、省电模式、掉电模式、Standby 模式以及扩展的Standby 模式
- I/O和封装
 - 32 个可编程的I/O口
 - 40引脚PDIP封装，44 引脚 TQFP 封装, 与 44 引脚MLF封装
- 工作电压:
 - ATmega16L: 2.7 - 5.5V
 - ATmega16: 4.5 - 5.5V
- 速度等级
 - 0 - 8 MHz ATmega16L
 - 0 - 16 MHz ATmega16
- ATmega16L在 1 MHz, 3V, 25° C时的功耗
 - 正常模式: 1.1 mA
 - 空闲模式: 0.35 mA
 - 掉电模式: < 1 uA



3. 传感器选型

3.1 特点

- 3.1.1采用高发射功率红外光电二极管和高灵敏度光电晶体管组成。
- 3.1.2检测距离：4—13mm

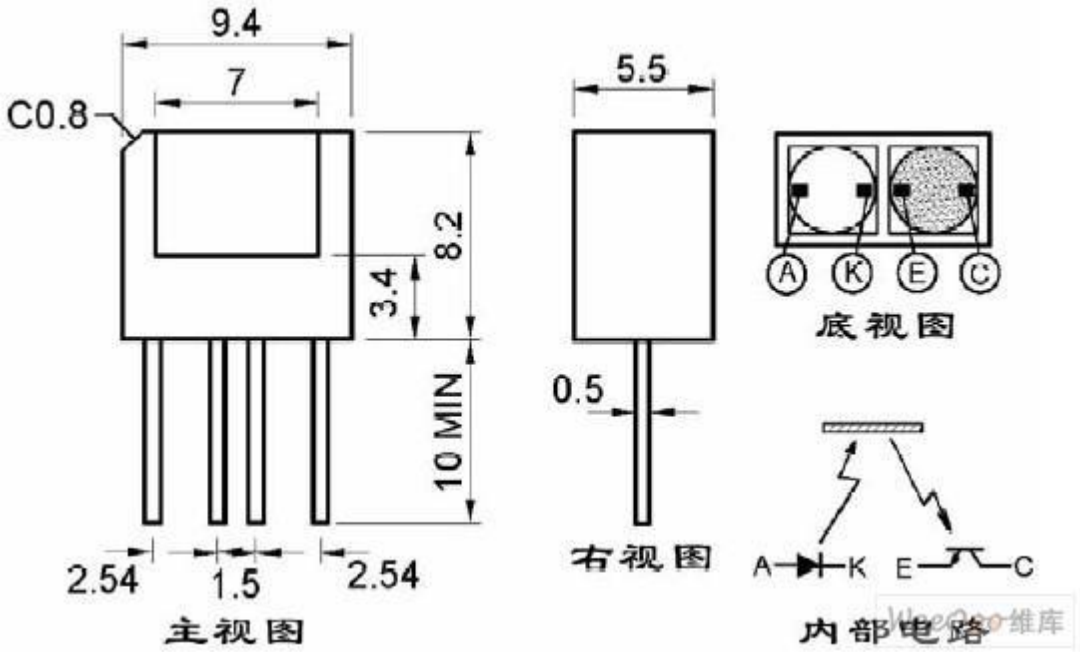
3.2极限参数

项 目		符号	数值	单位
输入	正向电流	I_F	50	mA
	反向电压	V_R	6	V
	耗散功率	P	75	mW
输出	集-射电压	V_{ceo}	25	V
	射-集电压	V_{eco}	6	V
	集电极功耗	P_c	50	mW
工作温度		T_{opr}	-20~+65	°C
储存温度		T_{stg}	-30~+75	°C

3.3光电特性

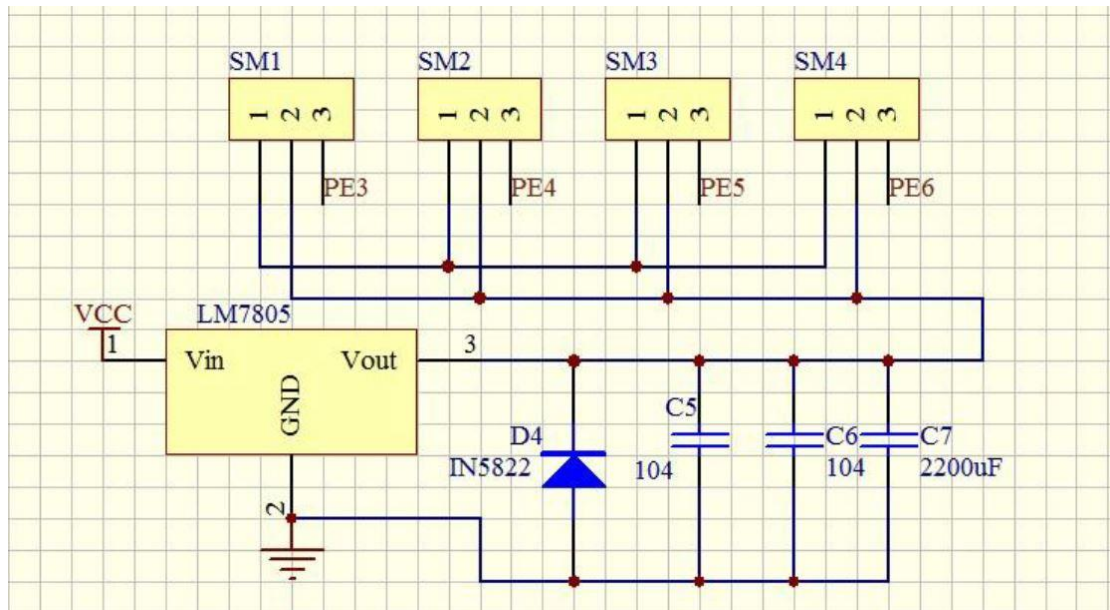
项 目		符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
输入	正向压降	V_F	$I_F=20\text{mA}$	-	1.25	1.5	V
	反向电流	I_R	$V_R=3\text{V}$	-	-	10	μA
输出	集电极暗电流	I_{ceo}	$V_{ce}=20\text{V}$	-	-	1	μA
	集电极亮电流	I_L	$V_{ce}=15\text{V}$ $I_F=8\text{mA}$	L3	0.30	-	mA
				L4	0.40	-	mA
				L5	0.50	-	mA
传输特性	饱和压降	V_{ce}	$I_F=8\text{mA}, I_c=0.15\text{mA}$	-	-	0.4	V
	响应时间	T_r	$I_F=20\text{mA}, V_{ce}=5\text{V}$ $R_c=100\Omega$	-	10	-	μs
		T_f		-	10	-	μs

3.4外形尺寸



4. 电路原理图

4.1舵机电路：

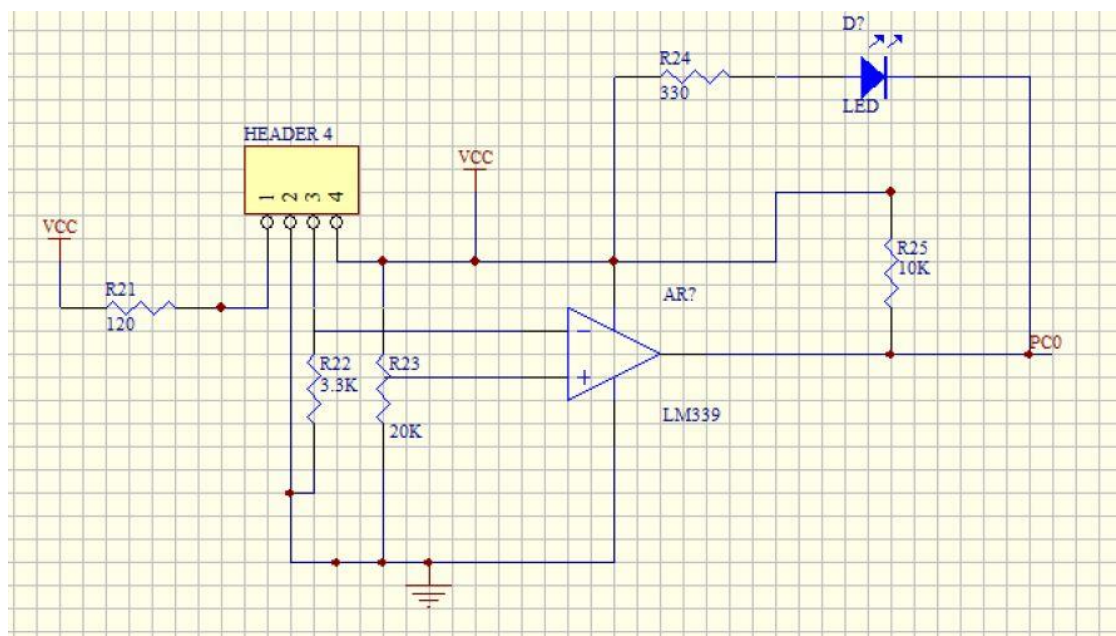


舵机工作原理：

舵机内部有一个基准电路，产生周期20ms，宽度1.5ms的基准信号，有一个比较器将外的基准信号，有一个比较器将外的基准信号，有一个比较器将外加信号与基准相比较，判断出方向和大小。

舵机的控制信号是周期为20ms的pwm信号，其中脉冲宽度从0.5ms~2.5ms，对应于-90°~90°，呈线性变化，也就是说给他提供一定的脉宽输出轴会保持在一个相对应。

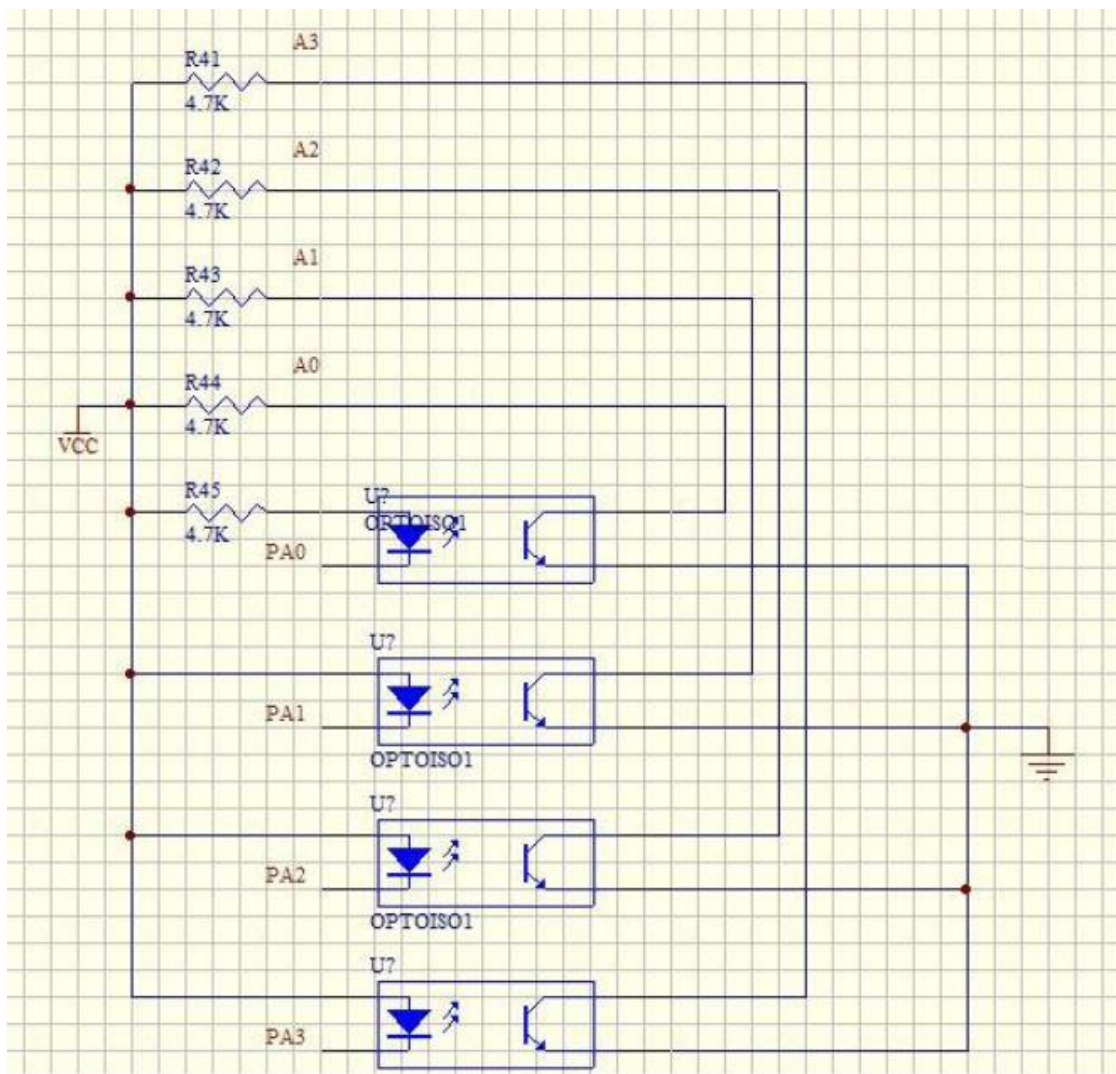
4.2红外巡线电路

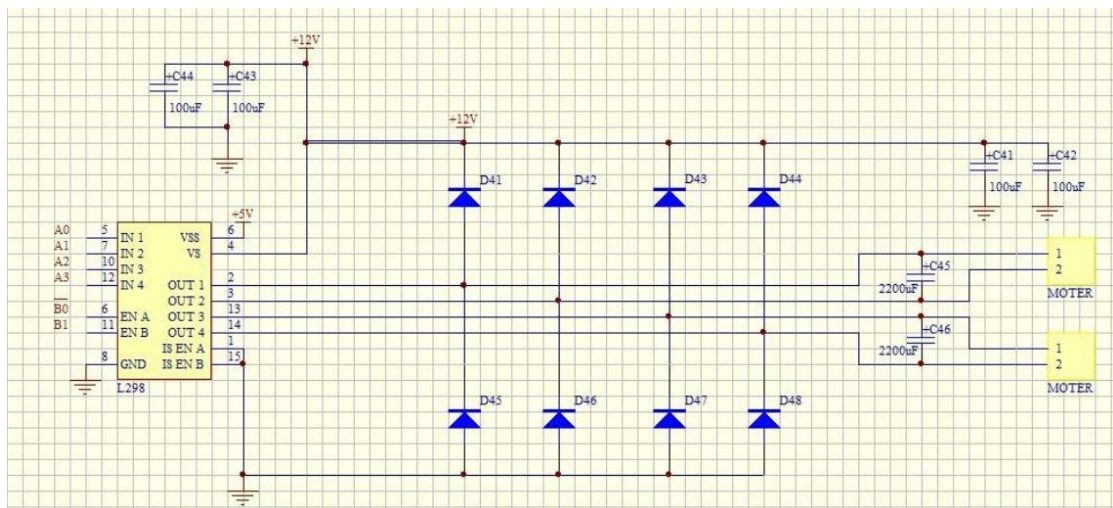


ST188传感器信号经过LM339运放芯片比较器后输出0-5V TTL电平信号。LED作为巡线指示灯。LM339芯片特性：

- 1) 电压失调小，一般是2mV；
- 2) 共模范围非常大，为0v到电源电压减1.5v；
- 3) 他对比较信号源的内阻限制很宽；
- 4) vcc电压范围宽，单电源为2-36V，双电源电压为 $\pm 1V$ - $\pm 18V$ ；
- 5) 输出端电位可灵活方便地选用。
- 6) 差动输入电压范围很大，甚至能等于vcc；

4.3 直流减速电机电路





减速电机采用L298N驱动。

L298是一款单片集成的高电压、高电流、双路全桥式电机驱动，设计用于连接标准TTL逻辑电平，驱动电感负载（诸如继电器、线圈、DC和步进电机）。L298提供两个使能输入端，可以在不依赖于输入信号的情况下，使能或禁用L298器件。L298低位晶体管的发射器连接到一起，而其对应的外部端口则用来连接一个外部感应电阻。L298还提供一个额外的电压输入，所以其逻辑电路可以工作在更低的电压下。

L298N减速电机驱动电路图及采用光耦连接电路图如下。采用光耦隔离既能在MCU和直流电机之间传递信号，又防止电机电路对单片机电路影响。

四、机器人创新点

1. 物品收集方式

由于这次的物品中包含了书本，假如使用机械臂，夹持书本会比较困难，而且会使用过多的时间，于是我们放弃了使用机械臂的方案。

受到叉车的启发，我们设计了如下的方案，整个机器人使用类似叉车的结构，收集装置是由一个类似于簸箕的收集槽和一个类似于扫板收集板组成的。当机器人找到物品之后，首先使用丝杆将收集槽调整到合适的位置，然后使用齿轮滑道将收集板调整至物品外侧，用收集板把物品推倒收集槽内。这样机器人就可以将物品“拿走”，然后带到正确的位置。

图片见上文

2. 物品摆放方式

对于书籍和方块，我们直接倾斜收集槽，让物品落在对应的位置

对于易拉罐，直接倾斜收集槽并不能将易拉罐整齐的摆放，对于这一问题，我

们设计了一个易拉罐的摆放装置，由一个圆台的侧面和一个圆柱的侧面构成，当收集槽收集到易拉罐之后，通过一个滑道，将易拉罐滑入摆放装置，易拉罐就可以处于正放的状态。当机器人移动到正确的位置后，打开摆放装置的底面，易拉罐就可以正立摆放在桌面上。

3. 机器人控制部分

在单片机的选择方面，我们决定使用Ardiuno。Ardiuno是一个自带软件开发环境的单片机家族，通过使用Ardiuno可以十分轻松的编写机器人程序，并且已有众多“前人”写好的库函数可以供我们使用。初次之外，Ardiuno是一个开源项目，价格便宜，用于开发机器人十分合适。

在图像处理方面我们决定使用笔记本电脑，笔记本虽然体积重量较大，但是运算能力比手机高很多，可以迅速的处理图像，帮助机器人更好的做出决策。我们把笔记本电脑放置在机器人的第二层上，与机器人融为一体，不会影响机器人行动。电脑与单片机之间的通信使用蓝牙模块进行。

五、尚未解决的难点问题

1. 图像识别

图像识别方面的具体算法我们还没有具体研究，初步计划使用OpenCV算法，每隔一段时间拍摄一张照片，让机器人知道各个物体的位置。

2. 机器人的行进

对于在书架和长桌上的物体可以使用地上的白线循迹行进，但是对于在圆桌上和地面上的物体，不能仅仅使用白线了，初步设想是使用摄像头拍摄照片为机器人导航。

3. 万向轮还是4WD

结合之前比赛上学长们的经验，使用万向轮是最好的选择，但是由于这次地面上会随机有物体，或许使用4WD能让机器人更加行动更加灵活，对于行进方式的选择上需要进一步论证。

六、经费预算和进度安排

项目	单价	数目	运费	总价
全向轮	15	4	13	73
减速马达	26	7	10	212
舵机	29	5	10	155
电机固定支架	4	10	6	46
轴承座	13	1	6	19
金属舵盘	5	2	6	16
丝杆电机	148	2	6	302
MD-1 减压电源模块	13	2	12	38
4 路红外循迹传感器	13.5	4	10	66
锂电池	100	2		200
12V 锂电池	125	1	9	134
XD-206 碰撞开关	3.5	4	8	22
L298N 驱动模块	8.5	7	10	69.5
碰撞传感器	6	4	9	33
电源适配器	4.5	2	7	16
Arduino MEGA2560	49	2	8	106
Arduino UNO	29	1	0	29
DC 街头（公头）	0.58	2	6.5	7.66
DC 街头（母头）	0.68	5	8	11.4
TB656 步进电机驱动器	25.3	2	7	57.6
HC-05 蓝牙模块	25	3	7	82
颜色识别传感器	16.5	1	10	26.5
杜邦线	5	4	4.4	24.4
铝板加工	200	1	0	200
轴加工	20	2	8	48
螺钉螺母若干	26	1	6	32